

# MODIFIKASI DAN KARAKTERISASI ADSORBEN POLIMER SINTETIS RESIN AMBERLIT IR 120 Na SEBAGAI BAHAN ADSORPSI KAROTENOIDA PADA MINYAK SAWIT MENTAH (CPO)

## MODIFICATION SYNTHETIC POLYMER ADSORBENT FROM RESIN AMBERLIT AS ADSORPTION OF CAROTENOIDS FROM CRUDE PALM OIL (CPO)

Justaman Arifin Karo Karo, Marisa Naufa  
Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan  
Jl. Sisingamangaraja No. 24 Medan, Indonesia  
[justaman.karo@gmail.com](mailto:justaman.karo@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian dilakukan dengan pembuatan adsorben garam amberlit menggunakan resin amberlit IR 120 Na mencampurnya dengan garam-garam dari logam (M) Gol. II ( $M = \text{Mg, Ca, Sr dan Ba}$ ) yaitu garam  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{SrCl}_2$  dan  $\text{BaCl}_2$ . Selanjutnya melihat daya adsorpsinya terhadap karotenoid pada minyak sawit dengan menggunakan adsorben yang dihasilkan. Percobaan dilakukan menggunakan skala laboratorium, dan hasilnya agar dapat dimodifikasikan untuk skala pilot proyek. Untuk mengetahui terjadinya hasil reaksi pertukaran ion pada adsorben dilakukan analisa dengan instrumen AAS (Atomic Adsorpsi Spektrofotometri) kemudian dikarakterisasi dengan FT-IR, Titik lebur dan TGA serta alat untuk melihat pori-porinya sedangkan untuk mengetahui jumlah kadar karotenoid yang teradsorpsi dianalisa dengan spektrofotometri UV-Visibel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keempat adsorben dapat digunakan untuk mengadsorpsi karotenoid dari minyak sawit. Keempat adsorben menunjukkan bahwa dengan perlakuan jumlah adsorben 4 gram, konsentrasi CPO (Crude Palm Oil) 20% memberi hasil yang terbaik adalah adsorben kalsium amberlit yaitu kadar karotenoidnya 521,81 ppm dan persen recoverynya 59,07%.

**Kata Kunci:** adsorben, adsorpsi, amberlit, crude palm oil (CPO), karotenoid, minyak sawit, modifikasi, persen recovery

### ABSTRACT

The research was done by making the salt adsorbent resin Amberlyst Amberlyst using IR 120 Na mixed with salts of metals (M) groups. II ( $M = \text{Mg, Ca, Sr, and Ba}$ ) are salts  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{SrCl}_2$  and  $\text{BaCl}_2$ . Furthermore, look at the adsorption power of carotenoids in palm oil using the resulting adsorbent. The experiments were performed using a laboratory scale, and the results that can be modified for the pilot-scale projects. To know the results of the adsorbent ion exchange reactions analyzed by AAS instrument (Atomic adsorption spectrophotometry) and then characterized by FTIR, and TGA as well as a tool to see the pores while to figure out the amount of adsorbed carotenoid levels were analyzed by UV-Visibel spectrophotometry. Result of research indicate that fourthly of adsorbent can be used for the adsorption of carotenoids from palm oil. Fourth adsorbent indicate that with treatment amount of adsorben 4 gram, CPO (Crude Palm Oil) concentration 20% giving result of best is amberlit calcium adsorben that level carotenoids 521,81 ppm and recovery percent is 59,07%.

**Keywords:** adsorption, carotenoids, adsorbents, amberlit, palm oil, percent recovery and crude palm oil (CPO).

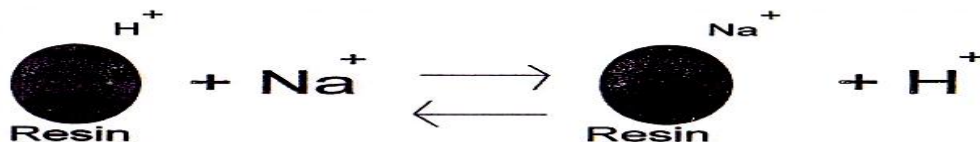
### PENDAHULUAN

Resin Amberlite IR 120 Na adalah resin yang termasuk jenis resin ion exchange. Ion exchange yaitu perpindahan reversibel ion-ion antara zat padat dan cairan tanpa terjadi perubahan struktur zat padat. Selain itu hanya partikel zat terlarut yang terlibat dalam proses tukar-menukar, kontaminan lain akan tersaring

atau teradsorpsi. Proses tukar-menukar akan terjadi pada kation, anion, zat organik terionisasi dan polimer terionisasi. Sedangkan proses yang tidak terjadi tukar menukar adalah kotoran, zat terlarut, zat karat, mikroorganisme, minyak dan gula. Dalam proses ion exchange ion-ion dipertukarkan, tidak terjadi kehilangan ataupun

kelebihan ion (berat ekuivalen). Proses ini dapat dilihat dalam proses water softening. Pertukaran ion terjadi secara reversible (Rudy, 2000).

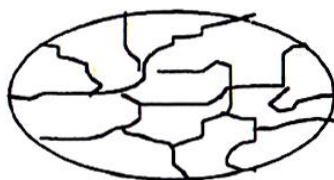
Pertukaran ion tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



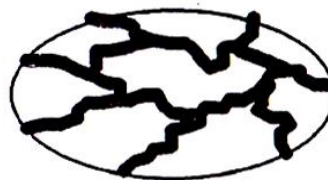
**Gambar 1. Pertukaran ion resin**

Satu ekuivalen berat natrium menggantikan satu ekuivalen berat hidrogen dari resin. Pada proses ini tidak terjadi kehilangan maupun kelebihan ion. Resin mempunyai dua bentuk yaitu bentuk resin gel dan resin macroporous. Resin gel mempunyai karakteristik yaitu kapasitas resin lebih tinggi, lebih mudah fouling karena ukuran pori-pori lebih kecil, kekuatan mekanis lebih

rendah dan cocok untuk air dengan kandungan makromolekul sedikit. Resin makroporous mempunyai karakteristik yaitu secara mekanis lebih kuat dari pada resin jenis gel, kapasitas resin lebih rendah, tidak mudah fouling dan cocok untuk makromolekul seperti zat organik. Kedua-dua jenis bentuk resin dapat dilihat pada Gambar 2.



**Resin Gel**

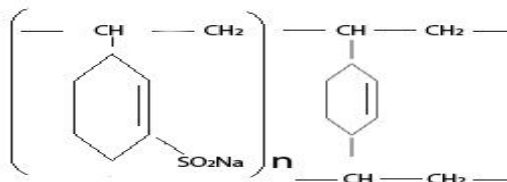


**Resin Macroporous**

**Gambar 2. Bentuk resin**

Banyak jenis resin kation asam kuat seperti amberlite, purolite. Resin amberlite mempunyai banyak jenis diantaranya Amberlite IR 120 Na adalah tipe resin jenis resin kation asam kuat. Resin Amberlite IR 120 Na adalah resin penukar kation asam kuat tipe resin gel. Amberlite IR 120 Na ini adalah dari tipe polistirena sulfonat. Amberlite IR 120 Na ini

banyak digunakan untuk pelunakan air (dalam bentuk  $\text{Na}^+$ ) sama baiknya untuk demineralisasi air (dalam bentuk  $\text{H}^+$ ). Rumus kimia amberlite IR120 Na adalah:  
 $-\text{[SO}_3\text{HC}_6\text{H}_4\text{CHCH}_2\text{]CHCH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CHCH}_2-$  senyawa ini mempunyai bentuk kopolimer. Rumus bangun monomer dan polimernya dapat dilihat pada Gambar 3.



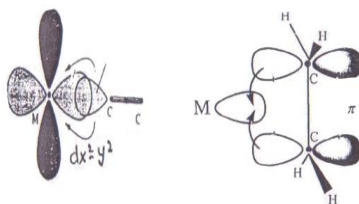
**Gambar 3. Rumus Bangun Amberlite IR 120 Na**

Struktur bahan resin terdiri dari bahan alami dan bahan sintesis. Struktur resin bahan alami terdiri dari silica-aluminate matrix (greensand). Sedangkan struktur resin bahan sintesis terdiri dari Stirena-divinil benzena matrix, acrylic polimer matrix, Epoksi-amina matrix dan Phenolic matrix. Ambarlite IR 120 Na adalah mempunyai struktur resin bahan sintesis, jenis stirena-divinil benzena matriks. Karena sifat-sifat dari resin amberlite IR 120 Na, maka resin amberlite IR 120 Na ini dapat digunakan sebagai adsorben. Memodifikasi resin amberlit IR 120 Na dengan logam-logam golongan dua seperti Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Stronsium (Sr) dan Barium (Ba) dalam satu golongan.

Stirena divinil benzena kopolimer merupakan senyawa non-polar dengan rantai hidrokarbon panjang sehingga akan saling menyukai dengan karotenoid yang juga bersifat non-polar sedangkan di dalam amberlite IR 120 Na diharapkan mengandung logam-logam yang

memiliki orbital d sehingga dapat berinteraksi dengan ikatan rangkap terkonjugasi dari karotenoid. Untuk itu diperlukan adsorben dengan kedua sifat tersebut. Sehubungan dengan hal tersebut maka perlu membuat adsorben dalam hal ini polimer sintesis yang mempunyai kedua sifat tersebut seperti garam resin amberlite IR 120 Na dimana logam Na digantikan dengan memvariasikannya melalui beberapa logam Mg, Ca, Sr, dan Ba.

Ikatan antara hidrokarbon tak jenuh dengan logam ini dijelaskan melalui konsep orbital terdepan yang dikembangkan oleh Dewar, Chatt dan Duncanson (DCD) yang menjelaskan bahwa interaksi terjadi dengan adanya donasi muatan dari orbital  $\pi$  yang terisi ke logam yang diikuti dengan *backdonation* dari orbital d logam yang terisi kepada orbital  $\pi^*$  terendah yang tidak terisi. Selain itu sebagai contoh logam kalsium dapat membentuk ikatan dengan hidrokarbon tak jenuh seperti pada Gambar 4.

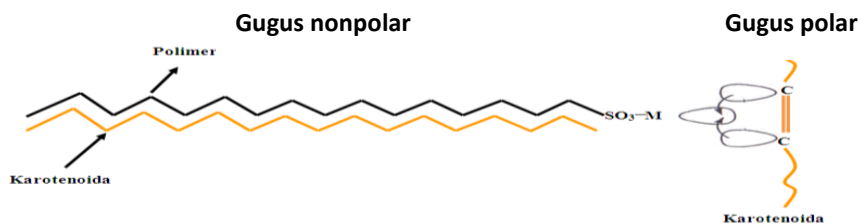


**Gambar 4. Donasi muatan elektron dari orbital  $\pi$  terisi dari etilen ke logam**

Model ini dapat ditunjukkan melalui ikatan kimia antara etilen dengan permukaan logam Cu ataupun Ni (Nilson, A., dkk, 2008). Antara hidrokarbon polimer dengan hidrokarbon dapat terjadi interaksi. Interaksi ini diperkuat oleh adanya interaksi antara ikatan  $\pi$  dengan orbital LUMO dari logam kalsium sehingga kalsium polistirena sulfonat dapat berfungsi sebagai adsorben. (Shriver, D.E., 1990)

Dalam hal ini densitas elektron orbital  $\pi$  dari ikatan rangkap karotenoida diberikan kepada

orbital d logam kalsium, sehingga dengan demikian semakin banyak karotenoida yang terikat pada adsorben tersebut (Shriver, 1999; Nilson, A dan L.G. Peterson, 2008). Interaksi antara gugus nonpolar dari adsorben dengan karotenoida yang nonpolar dan interaksi antara gugus polar dari adsorben yaitu logam Ca dengan ikatan rangkap dari karotenoida tersebut dapat digambarkan pada Gambar 5.

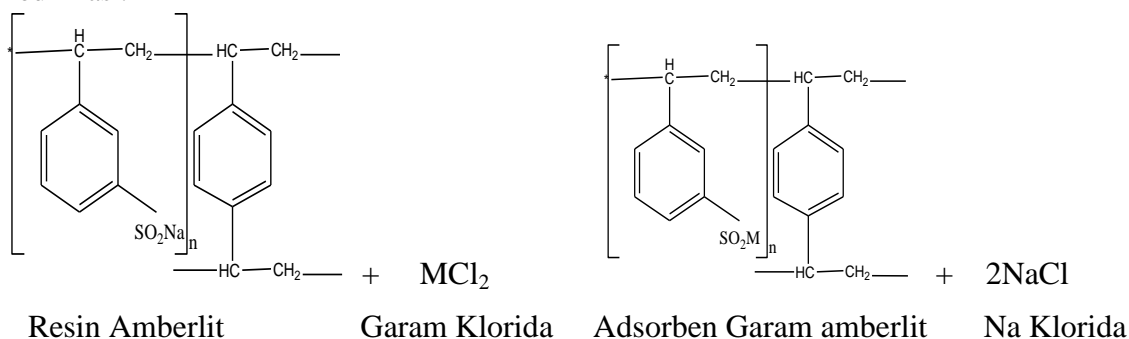


**Gambar 5. Interaksi antara gugus nonpolar dan gugus polar dari adsorben dengan karotenoida.**

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah resin amberlit IR 120 Na, minyak sawit mentah, beta karoten standar, garam-garam golongan dua, bahan-bahan kimia laboratorium. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah alat-alat gelas, shaker, stirrer, vacuum rotary evaporator, ayakan mesh, AAS, FTIR, TGA, Melting Point (MP) Apparatus, Instrumen untuk melihat/mengukur pori-pori material, GC-MS dan Spektrofotometri UV-visibel.

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap kegiatan yaitu pembuatan adsorben dan adsorpsi karotenoid dari minyak sawit dengan adsorben hasil modifikasi.



**Gambar 6. Reaksi amberlit dengan garam logam golongan IIA**

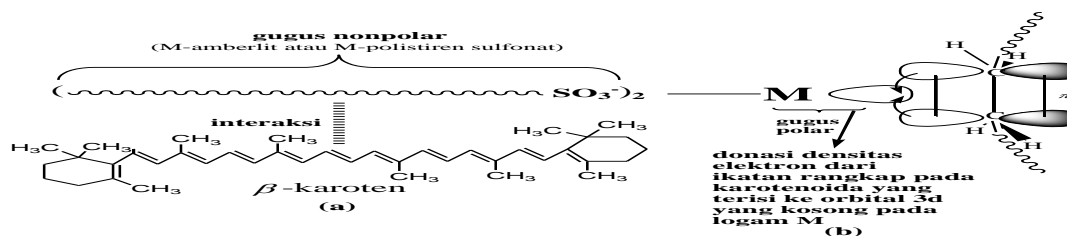
### Adsorpsi karotenoid dari minyak sawit

Minyak sawit mentah ditimbang sesuai variasi percobaan dari 5, 10, 15, 20, 25 dan 40 % (b/V) dalam pelarut etanol dimasukkan ke dalam erlemeyer kemudian ditambahkan pelarut etanol sebanyak sesuai variasi percobaan. Kemudian campuran ditambahkan adsorben sesuai variasi percobaan dari 2,4,6,8 dan 10 gram, yang

## Pembuatan adsorben garam amberlit

Untuk pembuatan adsorben garam Magnesium amberlit (Mg-amberlit) adalah sebagai berikut Resin amberlit sebanyak 15 gram dimasukkan ke dalam beaker gelas kemudian masukkan larutan garam Magnesium klorida 15 %, dalam 100 ml kemudian homogenkan. Campuran diaduk selama 5 jam. Selanjutnya disaring kemudian endapan dikeringkan dengan terlebih dahulu dicuci dengan etanol lalu keringkan dengan udara terbuka dan diuji kadar logam Mg-nya dengan AAS. Demikian juga untuk pembuatan adsorben Ca-amberlit, Sr sampai Ba-amberlit sama seperti Mg-amberlit. Selanjutnya dikarakterisasi dengan FT-IR. Reaksi yang terjadi adalah seperti pada Gambar 6.

selanjutnya disentrifugasi. Pada fase adsorben diekstraksi dengan n-heksan, dibubling dengan gas  $N_2$ , konsentrasinya ditimbang dan diuji kadar karotenoidnya. Kadar karotenoid dari hasil uji instrumen spektrofotometri UV-visibel dibandingkan dengan  $\beta$ -karoten standar. Ikatan yang terjadi antara senyawa karotenoid dengan adsorben adalah seperti pada Gambar 7.



**Gambar 7. Bentuk ikatan antara senyawa karotenoid dengan adsorben**

### Pengujian senyawa karotenoid

Untuk menentukan kadar karotenoid dilakukan dengan instrument spektrofotometri Ultraviolet Visibel (UV-Vis) untuk pengujian

senyawa karotenoid hasil adsorpsi dengan adsorben garam amberlit.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

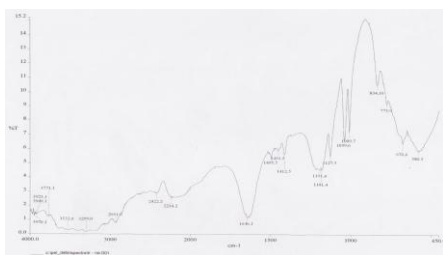
Hasil karakterisasi masing-masing adsorben dianalisa dengan instrumen AAS (*Atomic Adsorption Spektrofotometri*) untuk melihat kadar logamnya serta untuk melihat gugus fungsi dari masing-masing adsorben dengan instrument FT-IR. Hasil analisa logam, Titik Lebur dan gugus

fungsi masing-masing adsorben dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2, serta gambar 8,9,10,11,12, dan 13. Sedangkan kadar senyawa karotenoid yang diperoleh dari hasil proses adsorpsi dengan menggunakan ke empat jenis adsorben amberlit disajikan pada tabel 3 dan 4.

Tabel 1. Kandungan logam masing-masing adsorben

No	Jenis Adsorben	Kadar Logam, ppm
1	Mg-Amberlit	32.800
2	Ca-Amberlit	55.720
3	Sr-Amberlit	TT
4	Ba-Amberlit	TT
5	Al-Amberlit	TT
6	Na-Amberlit IR 120 Na	64.246

Hasil spektrum FT-IR dari masing-masing adsorben dapat dilihat pada Gambar berikut:



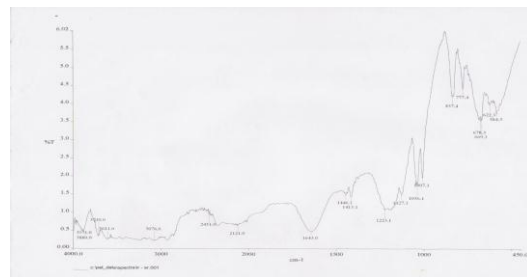
Gambar 8. Spektrum FT-IR adsorben Na-Amberlit



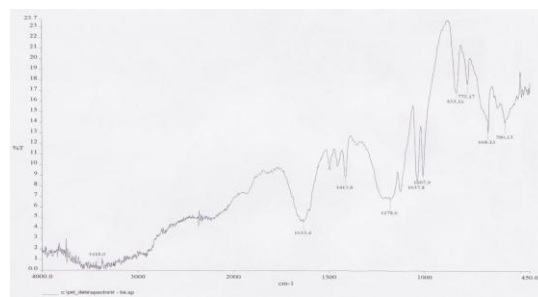
Gambar 9. Spektrum FT-IR adsorben Mg-Amberlit



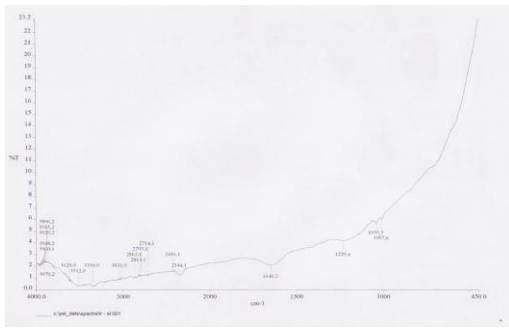
Gambar 10. Spektrum FT-IR adsorben Ca-Amberlit



Gambar 11. Spektrum FT-IR adsorben Sr-Amberlit



Gambar 12. Spektrum FT-IR adsorben Ba-Amberlit



Gambar 13. Spektrum FT-IR adsorben Al-Amberlit

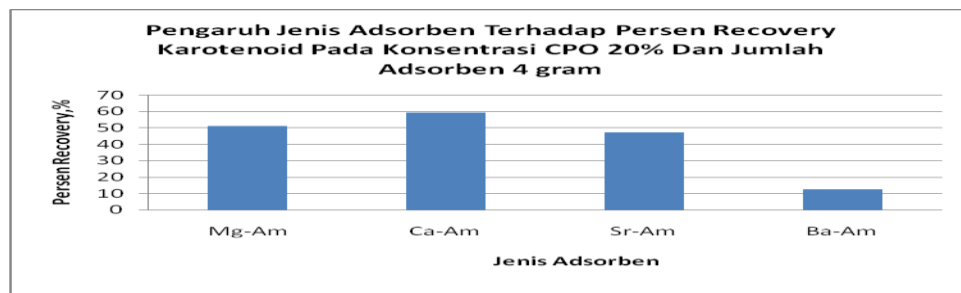
Sedangkan hasil pengujian titik lebur untuk masing-masing adsorben pada Tabel 2.

**Tabel 2. Titik lebur untuk masing-masing adsorben**

No	Jenis adsorben	Titik lebur, °C
1	Na-amberlit	> 350
2	Mg-amberlit	> 350
3	Ca-amberlit	> 350
4	Sr-amberlit	> 350
5	Ba-amberlit	> 350
6	Al-amberlit	> 350

**Tabel 3. Karotenoid yang diperoleh dengan perlakuan berbagai jenis adsorben**

No	Jenis adsorben	Jlh adsorben	Konsentrasi CPO	Kadar karotenoid pada CPO	Berat Konsentrat	Kadar karotenoid konsentart	Persen recovery
1	Mg-amberli	4	20	479,70	9,5342	511,56	50,84
2	Ca-amberlit	4	20	479,70	10,8614	521,81	59,07
3	Sr-amberlit	4	20	479,70	9,1032	495,59	47,02
4	Ba-amberlit	4	20	479,70	2,9958	393,67	12,29



Gambar 14. Grafik hubungan antara jenis adsorben dengan persen recovery

Tabel 4. Pengaruh jumlah adsorben Ca-Am terhadap tingkat adsorpsi, desorpsi dan rekovert karotenoida dari larutan CPO (konsentrasi karotenoida 95,94 mg/L)

No	JLH		KF (ppm)	JT (mg)	PA (%)	PD (%)	PR (%)
	(gr)	(mol)					
1	2	2,5	51,2	90,82	94,66	52,75	49,96
2	4	5	24,8	93,46	97,42	52,76	51,38
3	6	7,5	tt	95,94	100	72,08	72,08
4	8	10	tt	95,94	100	72,08	72,08
5	10	12,5	tt	95,94	100	72,08	72,08

JLH: jumlah adsorben; KF: kadar karotenoida pd filtrat; JT: jlh karotenoida terserap;

PA: tingkat adsorpsi; PD: tingkat desorpsi; PR: tingkat rekovert

## KESIMPULAN DAN SARAN

Untuk variasi percobaan dengan jenis adsorben dari penelitian menunjukkan bahwa dari keempat jenis adsorben dimana adsorben kalsium amberlit memberi persen recovery yang terbaik yaitu 59,07% .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorpsi karotenoid dari minyak sawit mentah dengan adsorben Ca-amberlit, jumlah adsorbennya 6 gram dan konsentrasi CPO dalam pelarut etanol 20% memberikan hasil persen recovery yang terbaik yaitu 72,07 %.

## SARAN

Untuk mendapatkan adsorben yang mempunyai pori-porinya lebih besar perlu dilakukan untuk polimer yang berpori sehingga daya adsorbsinya lebih besar agar persen recovery karotenoid yang lebih tinggi lagi dapat dicapai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriayani, Seri Bima Sembiring, Nida Aksara and Nofrijon Sofyan, 2013, *Synthesis of Mesoporous Silica Materials of tetraethylorthosilicate (TEOS) Using Sodium ricinoleic As Templates And 3-Aminopropyltrimetoksisilana (APMS) As a Structure Directing Agent-CO (CSDA)*, Dissertation, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan.
- Baharin BS et al. 1998. *Separation of palm carotene from crude palm oil by adsorption chromatography with a synthetic polymer adsorbent*. J Am Oil Chem Soc 75(3): 399-404.
- Baptiste, Jean BM, Esther N, MirelaP, Richard K, Adsorption Isotherm and Kinetics Modelling of Carotene and free Fatty Acids Adsorption FromPalm Oil Onto Montmorillonite. IJB. 2013; 3(3): 15-24.
- Egbuna,SO. Development of Kinetic Model For Adsorption of Carotenoids on Activated Clay in The Bleaching of PalmOil.IJRET. 2014; 03 (1); 3,71-80.
- Karlina, 2011, *Adsorpsi  $\beta$ -Karoten dari Karotenoid Dengan Menggunakan Adsorben Sintetis Kalsium Polistirena Sulfonat*, Skripsi, Medan, Departemen Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, USU.
- Nwankwere, ET, JO Nwadiogbu, MT Yilleng,Ka Eze, *Kinetic investigation of the adsorptive removal of B-carotene pigments from palm oil using unmodified natural clay*, Advances of Applied Science Research 3 (2), 1122-1125
- Rudy, 2000. *Ion Exchange Technology & Siskem Boiler Water Treatment*, Makalah Bahan Seminar Siskem Angkatan II, Hotel Danau Toba, Medan.
- Shriver, D.E; P.W. Atkins dan C.H. Langford .1999. *Inorganic Chemistry*. New York : W.H. Freeman and Company.
- Silverstein, R.M; G.C. Bassler dan T.C. Morrill. 1981. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. Fourth Edition. USA : John Wiley and Sons.
- Simone, M., et al., 2013, *Adsorption of carotenes and phosphorus from palm oil onto acid activated bleaching earth: Equilibrium, kinetics and thermodynamics*, Elsevier, Journal of Food Engineering, vol. 118, issues4, oct.